73 Hommage à la Société d'Emulation pour les Sciences Pharmaceutiques Ozanam

DE

L'ACTION ANESTHÉSIQUE DES GAZ.

DE L'OXYDE DE CARBONE,

Par le Dr OZANAM,
ancien Bibliothécaire de l'Académie de Médecine.

Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 29 décembre 1856.



Extrait des Archives générales de Médecine,
numéro de février 1857.

PARIS.

RIGNOUX, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
rue Monsieur-le-Prince, 31.

1857



DE

L'ACTION ANESTHÉSIQUE DES GAZ.

DE L'OXYDE DE CARBONE,

Par le Dr OZANAM,
ancien Bibliothécaire de l'Académie de Médecine.

Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 29 décembre 1856.



Extrait des Archives générales de Médecine,
numéro de février 1857.

PARIS.
RIGNOUX, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
rue Monsieur-le-Prince, 31.

1857

DE

L'ACTION ANESTHÉSIQUE DES GAZ.

DE L'OXYDE DE CARBONE.

§ I[er]. *Du principe général de l'anesthésie.* — Depuis le jour où deux Américains, MM. Morton et Jackson, découvrirent les propriétés de l'*éther sulfurique,* l'étude des anesthésiques a fait de grands progrès. On reconnut bientôt que toute la série des *éthers* avait le même pouvoir ; puis, la découverte du *chloroforme* ouvrant une voie nouvelle, on ne tarda pas à comprendre que le principe qui domine la théorie des substances anesthésiques était plus général encore ; on étudia les *carbures d'hydrogène,* l'*aldéhyde,* la *benzine;* enfin les travaux modernes de Simpson

et de M. Follin sur l'*acide carbonique* comme anesthésique local, et de M. Faure sur l'*asphyxie,* concourent à démontrer la vérité d'une loi que j'avais entrevue en commençant mon travail, mais qui a été énoncée pour la première fois par M. S. Dumoulin (*la Science pour tous,* p. 398) dans les termes suivants :

Plus les corps contiennent du carbone et d'une élimination plus facile, plus leurs propriétés anesthésiques doivent être puissantes.

Cette loi diffère peu de celle que j'avais posée moi-même et qui m'a guidé dans mes travaux; je la donne également, parce qu'elle me paraît exprimer d'une manière plus nette, mieux définie, le principe qui nous occupe.

Toute la série des corps carbonés, volatils ou gazeux, est douée du pouvoir anesthésique; plus ces corps sont carbonés, plus ils possèdent ce pouvoir.

Les expériences que j'ai entreprises avec le bienveillant concours de M. Paul Blondeau, pharmacien distingué de Paris, et d'un jeune et savant confrère, M. Fabre, ont eu pour but de vérifier cette loi, en l'appliquant à l'*oxyde de carbone,* à l'*acide carbonique* et au *cyanogène,* cet anesthésique foudroyant. J'ai commencé par l'*oxyde de carbone,* dont l'action est très-analogue à celle du chloroforme; puis, partant de là comme d'un centre, j'étudierai l'énergie croissante ou décroissante des gaz sur l'organisme et la sensibilité.

Préparation du gaz. Le gaz oxyde de carbone dont nous nous sommes servis pour nos expériences a été constamment préparé par M. Blondeau d'après le procédé suivant :

On chauffe dans une cornue un mélange d'acide oxalique et d'acide sulfurique; celui-ci décompose et dédouble l'acide oxalique; il se forme de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone; ces deux gaz se rendent dans un flacon rempli d'eau de chaux, l'eau de chaux absorbe l'acide carbonique, et l'oxyde de carbone se rend seul dans la cloche, où on le recueille.

On s'assure de la nature et de la pureté du gaz en remplissant une éprouvette devant laquelle on présente une allumette ; aussitôt le gaz brûle avec une flamme bleue.

Nos expériences et nos observations sont au nombre de 30, dont

25 sur des lapins, et 5 sur l'homme : parmi ces dernières, il en est 2 qui appartiennent à Samuel Witte. Nous ne pouvons consigner ici la masse entière de ces documents; il suffira de rapporter en peu de mots les plus importants.

A. *Action de l'oxyde de carbone en inhalations.* Les phénomènes produits par les inhalations de l'oxyde de carbone se divisent naturellement en quatre périodes :

1° *Période prodromique,*
2° *Période d'excitation,*
3° *Période d'anesthésie,*
4° *Mort ou réveil.*

1re période. — *Prodromes.*

J'introduis dans la bouche d'un lapin bien maintenu, et dont les narines sont bouchées, un tuyau assez fin, adapté à une vessie remplie de gaz oxyde de carbone; un aide presse sur la vessie, et l'animal, forcé de respirer par la bouche, aspire le gaz mêlé à l'air atmosphérique.

Pendant les cinq ou six premières inspirations, l'animal ne fait aucun effort, il est immobile, étonné, comme sous l'impression d'un danger qu'il soupçonne, mais qu'il ne connaît pas, et dont il ne ressent pas encore l'effet violent.

Je signale cette période, parce qu'elle contraste par son calme avec les effets actifs d'un gaz aussi puissant que l'oxyde de carbone.

2e période. — *Excitation.*

Mais, au bout de 15 à 30 secondes, la scène change : l'animal tressaille, fait effort pour échapper; puis ces mouvements volontaires sont remplacés par des convulsions très-fortes, variées dans leur forme, *contractures, renversement* de la tête en arrière, *tremblement,* etc. Elles durent d'une à quatre minutes, suivant la force du sujet et suivant que l'on emploie le gaz en inhalations continues ou intermittentes; car, dans ce dernier cas, la période de convulsions dure plus longtemps, et l'on n'obtient qu'avec peine le collapsus, l'animal se remettant assez vite, quoique incomplétement, dans l'intervalle.

Expérience. *Inhalations intermittentes, agitation sans anesthésie.* — Lapin de grande taille, robe grise. Inhalations intermittentes d'oxyde de carbone ; on les répète trois fois, pendant une demi-minute chaque fois, avec des intervalles d'une demi-minute ; en tout, six minutes. Agitation violente et convulsive, absence de sommeil anesthésique ; on cesse l'emploi du gaz, l'animal est chancelant d'abord, puis se remet promptement.

Expér. *Inhalations intermittentes, agitation et sommeil alternants.* — Lapin faible, robe grise. Inhalations gazeuses pendant deux minutes ; agitation violente, tremblements convulsifs, torpeur pendant une minute. Nouvelle inhalation, qui dure une minute ; période d'agitation, suivie d'un état anesthésique dans lequel l'animal perd la sensibilité à la peau, il la conserve aux oreilles. Hoquets, excrétion d'urine ; respiration très-lente. Au bout de quatre minutes, la respiration redevient naturelle ; le réveil complet n'a lieu qu'à la dixième minute.

Pendant la période d'excitation, la circulation s'accélère d'abord de 15 à 20 pulsations sous l'influence de l'agitation convulsive, puis elle revient à son chiffre normal, qu'elle dépasse bientôt pour se ralentir.

La respiration au contraire offre, dès le début, une tendance marquée au ralentissement.

Si l'on cesse l'inhalation du gaz, l'animal est chancelant, tremblant sur ses pattes, mais il n'a pas perdu le sentiment, et se remet avec rapidité (voy. 1re expér.).

3e période. — *Stupeur.*

A la période convulsive, succède brusquement la période de collapsus ou de stupeur ; tout mouvement cesse, le corps retombe comme une masse inerte, la tête pendante, l'œil largement ouvert, la pupille dilatée, la vue presque abolie, les quatre membres sont paralysés, les urines s'écoulent involontairement, les battements du cœur se ralentissent (de 180, chiffre normal, à 100) ; la respiration devient plus rare, elle s'abaisse à 60, à 40, tandis que dans l'état normal il y a environ 100 respirations par minute. Si l'on prolonge les inhalations, l'acte respiratoire s'affaiblit davantage encore, il ne s'opère que toutes les cinq ou dix secondes, par un effort général et saccadé ressemblant à des hoquets ; mais, prolongée à ce degré, l'anesthésie devient dangereuse, et l'on doit la surveiller de près, car les nerfs inspirateurs sont presque paralysés, et l'on approche de l'état de mort apparente.

Le pouls et l'état de la respiration sont donc les guides les plus sûrs que l'on puisse suivre pour graduer l'effet du gaz : plus ils deviennent rares, plus le danger est prochain.

Tous les phénomènes que nous venons de décrire se produisent dans un espace de temps qui varie entre 1 et 6 minutes, suivant qu'on agit d'une manière continue ou intermittente.

Que devient alors la sensibilité ? L'anesthésie, d'abord peu marquée, fait en même temps de rapides progrès : elle commence par la peau, envahit les muscles des membres postérieurs, puis les membres antérieurs, et, en dernier lieu, les oreilles et la matrice de l'ongle, ces parties si sensibles chez le lapin. A la fin de cette période, l'anesthésie est complète ; on peut percer la peau, traverser un membre, piquer, inciser les oreilles, sans que l'animal manifeste la moindre douleur.

Anesthésie sur des lapins.

Expér. Inhalations du gaz pendant deux minutes. Période d'agitation convulsive, puis anesthésie complète ; l'oreille et la matrice de l'ongle sont insensibles pendant trois minutes, les muscles et les téguments pendant six. Réveil au bout de huit minutes.

Expér. Inhalations gazeuses pendant trois quarts de minute. Agitation d'abord, puis torpeur, la sensibilité est fortement émoussée, la matrice de l'ongle est encore sensible ; mais on peut à plusieurs reprises traverser l'oreille avec un poinçon. Réveil au bout de la deuxième minute.

Expér. Inspirations de gaz pendant une minute et demie. Agitation, puis insensibilité complète, même aux oreilles et aux ongles ; mais, au bout d'une demi-minute, ces parties retrouvent la sensibilité, tandis qu'au bout de six minutes, on peut encore traverser la peau avec des ciseaux, sans qu'il y ait signe de douleur.

Expér. Inspirations du gaz anesthésique. Excitation très-violente ; puis, au bout de deux minutes, anesthésie. Pendant trois minutes, l'insensibilité est complète ; au bout de ce temps, quelques signes de douleur lorsqu'on pince la racine de l'ongle ou qu'on traverse l'oreille. Au bout de cinq minutes, retour presque complet de la sensibilité ; mais le réveil n'est complet qu'à la onzième minute.

Expér. Le gaz est respiré pendant une minute. Période d'excitation très-forte, puis anesthésie ; l'insensibilité reste complète pendant quatre minutes, puis elle diminue progressivement. Le réveil arrive au bout de neuf minutes.

Expér. Inhalations intermittentes 2 fois en deux minutes. Agitation, puis

insensibilité complète qui dure une minute. Retour progressif de la sensibilité au bout de cinq minutes.

Expér. Le gaz est respiré pendant une minute et demie. Agitation convulsive, puis résolution complète; pouls à 60; anesthésie absolue pendant trois minutes et demie. Au bout de huit minutes, l'animal se laisse encore perforer la cuisse avec un long stylet, de part en part, sans donner signe de douleur.

Les sept expériences que nous venons de rapporter mettent hors de doute l'action anesthésique du gaz, action puissante et rapide. Plus énergique que celle du chloroforme, elle n'est cependant pas plus prolongée : cela tient à la nature gazeuse de la substance employée; les effets en sont rapides, violents et passagers, en sorte qu'un animal peut passer en quelques minutes de l'état de mort apparente à l'état le plus normal. Il importe aussi d'attirer l'attention sur la période excitante; celle-ci est très-prononcée, et se traduit par des mouvements nerveux et convulsifs, plus souvent que ne le fait le chloroforme.

A côté de ces défauts, il faut noter des avantages importants :

1° L'absence d'odeur forte, ou pénétrante, ou caustique, circonstance qui rend le gaz facile à respirer pour tout le monde; tandis que l'éther, le chloroforme, et les carbures d'hydrogène, ont tous une odeur pénétrante qui les rend pénibles à beaucoup de personnes, et caustiques, quand ils sont appliqués sur la peau.

2° La facile mesure du gaz absorbé : nous n'avons jamais été obligé d'employer plus d'un litre et demi pour endormir un animal, et souvent il a suffi d'un demi-litre. Si l'on agissait sur l'homme, il serait facile d'avoir un appareil gradué, et le chirurgien saurait ainsi, à chaque instant, ce qu'il aurait fait absorber au malade.

Il n'en est pas de même du chloroforme et de l'éther; leur volatilité varie sous la moindre influence : l'été, la chaleur d'une chambre, le voisinage d'un poêle, feront qu'un malade absorbera tout à coup le double des vapeurs qui eussent été inspirées si les circonstances avaient été différentes. Le chirurgien ne sait jamais au juste ce qu'il fait ni quelle quantité de vapeurs a été employée.

Quelques sujets sont cependant réfractaires, comme il arrive parfois pour le chloroforme, et l'on ne peut obtenir chez eux l'insensibilité absolue, sans pousser les inhalations à un degré dangereux pour la vie.

Expér. *Agitation sans anesthésie.* — Lapin fort et vigoureux. Inhalation d'oxyde de carbone pendant une minute, mais en trois fois, avec de légers intervalles; dès la deuxième minute, excitation violente, agitation nerveuse et parfois convulsive. Au bout de 6 minutes, nous n'avons obtenu ni sommeil ni anesthésie.

4e période. — *Réveil* ou *mort*.

A. *Réveil*. On cesse les inhalations; l'animal est abandonné à lui-même. Pendant 1 à 3 minutes, l'anesthésie reste absolue; on pourrait croire l'animal mort, si ce n'était que l'auscultation révèle encore les bruits du cœur affaiblis, et quelques rares efforts de respiration. Bientôt la vie régulière recommence, la respiration se rétablit; le cœur reprend progressivement son chiffre normal, et le dépasse même un peu (de 10 à 15 pulsations). Au bout de 2 à 4 minutes, la sensibilité revient aux oreilles; la peau est encore insensible; l'animal se relève sur ses pattes de devant, le train postérieur est encore paralysé. Au bout de 6 minutes, on peut encore, dans le plus grand nombre des cas, traverser un membre entier avec un stylet, sans qu'il y ait indice de douleur. Au bout de 8, 10, 14 minutes, suivant chaque sujet et le degré d'anesthésie, l'animal revient à son état normal.

B. *Mort*. Le passage de la stupeur ou mort apparente à la mort réelle est subit, inattendu, semblable en cela à la mort subite par le chloroforme : le cœur, la respiration, déjà très-ralentis, s'arrêtent tout à coup et pour toujours. Dans un cas, la mort est arrivée au bout de 2 minutes d'inhalations gazeuses; mais, chose digne de remarque, dans le cours de nos expériences, un lapin soumis au chloroforme est mort dans un espace de temps plus court (1 minute et demie). Voici ces deux cas :

Expér. *Mort subite par l'oxyde de carbone.* — Lapin fort et vigoureux, soumis déjà d'autres fois aux expériences. Inspirations du gaz anesthésique pendant deux minutes; arrêt de la respiration, on cesse immédiatement. L'animal fait deux ou trois hoquets saccadés, sans résultats; on essaie les excitants extérieurs, la respiration artificielle, l'insufflation d'air atmosphérique, tout est inutile : l'animal est mort.

Expér. *Mort subite par le chloroforme.* — Lapin fort et de grande taille, à robe blanche et grise. Inhalations de chloroforme pendant une minute et demie; excitation, puis sommeil anesthésique. On cesse l'emploi du chloroforme; malgré cela, la respiration s'embarrasse de plus en plus,

et cesse; il y a évacuation involontaire d'urine, et mort subite en quelques secondes. On a recours aux excitants extérieurs, on met de l'ammoniaque sous les narines, tout est inutile : l'animal n'a plus respiré, il est mort.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ce même animal avait été soumis, à plusieurs reprises, les jours précédents, aux inhalations gazeuses, et qu'il les avait supportées, tandis qu'il meurt au premier essai du chloroforme.

Action de l'oxyde de carbone sur l'homme. — L'oxyde de carbone pourrait-il être employé en inhalations sur l'homme? Tout porte à le croire, surtout si l'on a le soin de faire respirer en même temps une certaine quantité d'air atmosphérique; sans doute il faudrait user d'une extrême prudence, mais les 25 expériences que nous avons faites, et dont plusieurs ont été répétées sur le même animal, montrent que ce gaz n'est point d'un emploi aussi dangereux qu'on le croyait autrefois, puisque nous n'avons qu'un cas de mort chez des animaux aussi délicats que les lapins.

Comme renseignements précieux dans cette question, nous rapportons ici, d'après Orfila (*Toxicologie*, t. I, p. 552; 1843), les deux expériences tentées par Samuel Witte sur lui-même.

Expér. 1. Dans la première, Samuel Witte éprouva un tremblement convulsif et des vertiges avec abolition presque complète de la sensibilité après deux ou trois inspirations de ce gaz; à ces phénomènes, succédèrent de la langueur, de la céphalalgie et un état de faiblesse.

Expér. 2. Dans la seconde expérience, il tomba presque aussitôt à la renverse, privé de mouvement, de pouls et de sentiment, pour avoir fait trois ou quatre fortes inspirations, après avoir vidé ses poumons. L'insufflation du gaz oxygène fut suivie de meilleurs effets. Cependant il éprouva encore une agitation convulsive et une céphalalgie très-vive; il tarda beaucoup à recouvrer la vue, et il était en proie à des nausées, à des vertiges et à des alternatives de frisson et de chaleur. En dernier lieu, il avait une grande propension au sommeil, qui était interrompu et fébrile. (*Biblioth. britann. des sciences et arts*, t. LXI.)

On retrouve dans ces faits intéressants les deux périodes d'*excitation*, puis de *collapsus*, propres aux anesthésiques; l'insensibilité même s'y montre, ainsi que les effets trop violents du gaz quand il est respiré pur, comme dans la seconde expérience. On n'en est pas moins en droit de conclure que l'oxyde de carbone

peut être respiré par l'homme avec précaution, qu'il détermine aussi en ce cas l'anesthésie, et qu'en le mélangeant d'air atmosphérique, on pourra en graduer la force et l'effet à volonté.

Action du gaz protoxyde de carbone, appliqué localement.

1° *Action sur la peau recouverte de son épiderme.*

1er essai; expérimentateur, M. Fabre. La main et le poignet sont plongés dans une vaste vessie, que l'on assujettit avec soin autour du bras; on comprime avec soin les parois de la vessie, pour vider entièrement l'air atmosphérique; puis l'on introduit sous la ligature le tuyau d'une vessie à robinet, pleine d'oxyde de carbone. En pressant sur celle-ci, on fait passer le gaz dans la vessie fixée autour du bras, puis on retire le tuyau, et l'on passe la ligature pour que le gaz ne s'échappe pas.

Un séjour de 30 minutes dans cette atmosphère n'altère en rien la sensibilité de la peau; il n'y a qu'un léger engourdissement borné à quelques doigts, phénomènes qui peuvent aussi dépendre de la ligature.

2e essai; expérimentateur, M. Ozanam. Les mêmes moyens sont employés, les mêmes précautions sont prises; le membre séjourne dans l'atmosphère carbonée pendant cinquante minutes. Au bout de ce temps, la sensibilité est intacte; les seuls phénomènes observés sont quelques frémissements nerveux des tendons et un léger engourdissement des doigts, symptômes tout à fait passagers. Il n'y a aucun effet général produit.

Il n'en serait sans doute pas de même, si l'on absorbait le gaz par toute la superficie de la peau, et les accidents éprouvés par M. Boussingault dans un bain entier d'acide carbonique montrent assez qu'alors l'absorption se fait avec activité, puisqu'on éprouve les effets généraux du gaz; mais ce savant ne nous a pas dit si la peau était alors insensible. Toujours est-il que l'action est très-lente, presque nulle sur la peau recouverte de son épiderme, surtout quand il s'agit d'une portion limitée des téguments, et qu'il est impossible d'obtenir dans ces circonstances une véritable anesthésie locale.

2° *Action sur la peau dénudée et sur les plaies.*

Le gaz agit alors d'une manière efficace, et son action locale calmante, anesthésique, est parfaitement évidente; elle se prolonge même pendant un temps assez long, quoiqu'à des degrés décroissants, à mesure qu'on s'éloigne du commencement de l'expérience.

Expér. *Double application de caustique de Vienne sur le même sujet;*

anesthésie locale. — Ayant à faire deux larges cautérisations à la région des reins, avec la pâte de Vienne, caustique douloureux, dont on peut suivre facilement les effets, puisqu'il met 10 minutes pour entamer toute l'épaisseur de la peau, j'appliquai d'abord le caustique pendant 2 minutes environ, pour enlever l'épiderme, puis, l'ayant retiré, je dirigeai sur la plaie commençante une douche gazeuse locale, au moyen d'une vessie remplie de gaz, munie d'un long tube, se terminant par une ouverture évasée en entonnoir, et appliquée sur la peau. A peine la douche fut-elle commencée, que la douleur, qui d'abord avait été fort vive, disparut complétement. La douche gazeuse fut prolongée pendant 7 minutes, puis on appliqua de nouveau le caustique pendant 8 minutes; la douleur fut presque nulle. 4 litres environ de gaz avaient été employés. La seconde cautérisation fut faite en même temps, à 15 centimètres de distance, et sans douche gazeuse; pendant toute sa durée, le malade éprouva une douleur très-vive.

Ainsi l'oxyde de carbone a peu d'action sur la peau revêtue de son épiderme;

Il agit au contraire comme anesthésique local sur le derme dénudé; mais nul doute que pour obtenir une insensibilité complète sur une surface étendue, il ne fallut prolonger la douche locale pendant un temps plus long que nous ne l'avons fait dans ce premier essai. Je me propose, dans une série d'expériences prochaines, d'étudier les différents éléments de la question, dont les trois principaux peuvent se résumer ainsi :

1° Quel est le temps nécessaire pour obtenir l'anesthésie absolue;

2° Quelle est la quantité de gaz nécessaire pour cela ;

3° A quelle profondeur l'anesthésie pénètre-t-elle les tissus.

Un résultat assez curieux et inattendu complète l'expérience que nous venons de rapporter; l'eschare du côté anesthésié devint beaucoup plus sèche que l'autre, et pendant toute la période de leur délimitation et de leur séparation, qui fut de dix jours, la douleur fut constamment plus vive, plus énergique, la suppuration plus abondante, du côté qui n'avait pas été soumis au gaz. Je ne puis que signaler ce fait, sans en indiquer la cause, sans prétendre l'expliquer ; il m'a paru au moins digne d'intérêt.

Mais, dira-t-on, la nécessité d'agir sur une surface dépouillée rend ce mode d'anesthésie inapplicable dans le plus grand nombre des cas?

Cette objection n'est point sans valeur. Sans doute il vaudrait mieux trouver un corps qui fût anesthésique immédiat; mais en-

core faut-il être heureux, en attendant, de trouver un corps qui puisse agir dans les cas nombreux de plaies, de brûlure, d'ulcères, et de tumeurs ulcérées, sans compter ceux où l'on peut enlever l'épiderme avant d'agir, comme pour les cautérisations. Ce n'est point un spécifique, une panacée universelle, que nous venons préconiser; c'est un moyen qui a son indication thérapeutique, limitée, si l'on veut, mais efficace, et en suivant cette indication, le chirurgien aura lieu d'en être satisfait.

Action successive du chloroforme et de l'oxyde de carbone sur le même sujet. — En considérant combien la période d'excitation du gaz oxyde de carbone se manifeste avec violence, nous avons été curieux de savoir si cette période excitante pourrait être employée pour réveiller du sommeil chloroformique, ainsi que M. Fabre l'avait fait avec un remarquable succès pour l'*éther*. Nous instituâmes donc plusieurs expériences de la manière suivante : On chloroformait un lapin, et l'on obtenait la période d'excitation, puis l'anesthésie ; alors on le soumettait immédiatement aux inhalations gazeuses. Plusieurs fois l'on obtint une agitation nouvelle, une sorte de demi-réveil, mais incomplet et très-court, immédiatement suivi de la période d'excitation convulsive, propre au gaz, puis d'une nouvelle période d'anesthésie.

Ces expériences viennent à l'appui de celles de notre jeune confrère, en montrant que par l'opposition des périodes propres aux deux substances, on obtient, pour ainsi dire, leur neutralisation momentanée ; mais elles montrent aussi que l'effet du gaz est trop rapide, trop énergique, pour pouvoir être employé utilement, et que, vu le peu de durée de ce demi-réveil, qui n'est point constant, l'action du gaz paraît se surajouter à celle du chloroforme.

Expér. *Emploi du chloroforme, anesthésie. Emploi de l'oxyde de carbone ; demi-réveil, puis nouvelle anesthésie.* — Lapin faible, robe grise. On donne le chloroforme pendant 1 minute et demie; agitation, puis anesthésie. On commence alors les inhalations intermittentes d'oxyde de carbone, et on les renouvelle quatre fois en 5 minutes. A la deuxième fois, l'animal relève la tête, il semble se réveiller, mais ce réveil ne dure pas ; à la quatrième inspiration, il est pris d'agitation et de convulsions générales, puis retombe dans un nouveau sommeil. On cesse les inhalations gazeuses; réveil au bout de 7 minutes.

Expér. *Emploi du chloroforme, anesthésie. Emploi du gaz carboné;*

effet nul d'abord, puis nouvelle anesthésie. — Lapin vigoureux, robe noire. On donne le chloroforme pendant 1 minute, anesthésie ; on emploie alors l'oxyde de carbone, 1 inhalation par minute, avec un repos de 20 secondes environ. Pendant les 2 premières minutes, aucun effet produit ; à la 3e minute et à la 3e inhalation, quelques phénomènes ataxiques, légères convulsions et contractures, suivies d'une nouvelle torpeur. Réveil au bout de 6 minutes.

Dans le premier de ces faits, l'action contraire des deux substances a donné lieu à un demi-réveil. Dans le second, le réveil n'a pas eu lieu ; mais le gaz carboné est resté deux minutes sans produire d'action sensible, ce qui n'arrive jamais quand on le fait respirer de prime abord sans avoir donné le chloroforme : en sorte qu'il y a eu, pour ainsi dire, neutralisation momentanée de ses effets.

L'ammoniaque, antidote de l'oxyde de carbone. — Quel serait, en cas d'empoisonnement par l'oxyde de carbone, l'antidote le plus convenable ?

Cette question nous a préoccupés vivement, et l'un de nous, M. P. Blondeau paraît l'avoir résolue en faveur de l'*ammoniaque.*

En effet ce corps volatil pénètre facilement dans les fosses nasales et dans les bronches par la respiration, et là il agit de deux façons :

1° Comme *stimulant diffusible*, sur les nerfs olfactifs, dont les rapports avec la respiration sont plus importants qu'ils ne paraissent au premier abord ;

2° Par une *action chimique*, en absorbant, à mesure qu'il se forme, l'acide carbonique produit, pour donner lieu à du carbonate d'ammoniaque.

Ces expériences devaient, en outre, jeter un jour nouveau sur une question difficile ; celle de savoir si l'oxyde de carbone agissait en nature, ou si, arrivé au contact des cellules pulmonaires, il se décomposait, absorbait l'oxygène du sang, et formait de l'acide carbonique.

En effet, si l'oxyde de carbone agit en tant qu'oxyde de carbone, l'ammoniaque, sans action sur ce corps, ne pourra rétablir la vie ; si au contraire l'oxyde de carbone absorbe l'oxygène du sang et agit en tant qu'acide carbonique, l'ammoniaque absorbera ce gaz, et il y aura amélioration immédiate.

Le résultat de nos expériences fut favorable à cette dernière théorie.

Expér. *Anesthésie simple, réveil par l'ammoniaque.* — Nous déterminâmes l'anesthésie chez un jeune lapin, en une minute, par les inspirations gazeuses; puis nous posâmes devant les narines une capsule remplie d'ammoniaque; il retira presque aussitôt la tête, et revint à son état normal en moins d'une minute.

Expér. *Anesthésie profonde, mort apparente; réveil par l'ammoniaque en sept minutes.*—Nous fîmes inspirer le gaz délétère, pendant six minutes, à un lapin fort et vigoureux, en divisant cet espace en 3 fois. L'animal paraissait rebelle à son action; il n'éprouvait que la première période d'excitation avec convulsion violente; puis, tout à coup, il tomba comme foudroyé; passant de l'état convulsif à l'état de mort apparente, semblable en tout au lapin qui avait succombé dans une expérience précédente. Le cœur s'entendait à peine; la respiration était très-rare, diaphragmatique, semblable à un hoquet; puis elle parut cesser. Nous approchâmes alors de l'ammoniaque dans une capsule placée sous les narines; au bout d'une minute, signes de vie, retour de la respiration et des battements du cœur. Au bout de quatre, retour de la sensibilité aux oreilles et à l'ongle, les téguments restent encore insensibles; l'animal s'est relevé sur ses pattes de devant, le train postérieur est encore paralysé; retour à l'état normal au bout de sept minutes.

Expér. *Anesthésie profonde, animal abandonné à lui-même; réveil à la quatorzième minute.* Comme point de comparaison, un autre lapin fut anesthésié par le gaz en deux minutes; l'anesthésie était profonde, mais n'allait pas jusqu'à la mort apparente. L'animal fut abandonné à lui-même, pour juger du temps qu'il mettrait à se rétablir spontanément; le réveil ne fut complet qu'à la quatorzième minute.

L'action de l'ammoniaque est bien mise en évidence par les faits qui précèdent. Au bout de quelques inspirations de ses vapeurs, on voit la respiration se rétablir, et l'animal renaître à l'existence, en 7 minutes; tandis que, poussé aux mêmes limites, l'effet du gaz produit la mort ou un réveil tardif au bout de 14 minutes, si l'on n'a point recours à l'emploi de l'ammoniaque.

Du reste, nos expériences et nos résultats, conformes à la théorie de M. S. Dumoulin, viennent à l'appui des derniers travaux de M. Cl. Bernard, qui a démontré que le protoxyde de carbone, mis en contact avec du sang, agissait directement sur lui, s'emparait de son oxygène, et formait de l'acide carbonique.

Nous ne devons point oublier de mentionner ici l'*oxygène,* que Samuel Witte a expérimenté sur lui avec avantage; si l'ammoniaque agit en déchargeant le sang d'un surcroît d'acide carbonique, l'oxygène agit en rendant au sang son principe le plus actif. Le ré-

sultat est fort analogue dans les deux cas, et les deux corps peuvent être considérés comme antidotes efficaces.

Corollaires.

A. Toute la série des corps carbonés, volatils ou gazeux, est douée du pouvoir anesthésique ; plus un corps est carboné, plus il possède ce pouvoir.

B. L'*oxyde de carbone*, l'*acide carbonique*, le *cyanogène*, forment la série gazeuse que nous devons étudier ici.

C. L'oxyde de carbone est à la fois un violent excitant et un puissant anesthésique.

D. Donné en *inhalations*, il détermine quatre périodes :

1° Période *prodromique*, remarquable par son calme.

2° Période d'*excitation*, marquée par des contractions et des convulsions.

3° Période d'*anesthésie*, caractérisée par l'arrêt partiel, puis absolu de la sensibilité.

4° Période de *réveil* ou de *mort :*

E. Appliqué *localement :*

1° Sur la peau recouverte de son épiderme, le gaz est sans action ;

2° Sur la peau dénudée, le gaz détermine l'arrêt plus ou moins complet de sensibilité.

F. L'*oxygène* et l'*ammoniaque* paraissent être les meilleurs antidotes du gaz anesthésique.